

NOTES

D'ANATOMIE ET DE PHYSIOLOGIE

COMPARÉES

1912

ANNÉE 1912

1912

1912

1912

1912

1912

1912

1912

NOTES

10

# D'ANATOMIE ET DE PHYSIOLOGIE

COMPARÉES

PAR

LE D<sup>r</sup> PAUL BERT

PROFESSEUR DE ZOOLOGIE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE BORDEAUX

---

1<sup>re</sup> Série

---

Extrait des *Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*,  
1<sup>er</sup> Cahier (suite), 1866

---

PARIS

J.-B. BAILLIÈRE

LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DE MÉDECINE  
rue Hautefeuille, 19

—  
1867



Digitized by the Internet Archive  
in 2015

<https://archive.org/details/b21481520>

## TABLE

---

Note sur la mort des poissons de mer dans l'eau douce.....	7
Note sur l'action élémentaire des anesthésiques (éther et chloroforme), et sur la période d'excitation qui accompagne leur administration.....	11
Note sur la présence de l' <i>Amphioxus lanceolatus</i> dans le bassin d'Arcachon et sur ses spermatozoïdes.....	17
Notes diverses sur la locomotion chez plusieurs espèces animales.....	21
Note sur la présence, dans la peau des holothuries, d'une matière insoluble dans la potasse caustique et l'acide chlorhydrique concentré.....	35
Note sur un signe certain de la mort prochaine chez les chiens soumis à une hémorrhagie rapide.....	37
Note sur quelques points de la physiologie de la lamproie ( <i>Petromyzon marinus</i> Linn.).....	45

---

THE [illegible] OF [illegible]

[illegible text]

[illegible text]

[illegible text]

[illegible text]

# NOTE

SUR LA

## MORT DES POISSONS DE MER DANS L'EAU DOUCE

---

La plupart des poissons de mer, surtout de ceux qui habitent au large, meurent rapidement quand on les plonge dans l'eau douce, et, réciproquement, la plupart des poissons d'eau douce périssent très vite dans l'eau salée. Ceci arrive non-seulement pour les poissons, mais pour les mollusques, les crustacés. Il est vrai que lorsque la transition est lentement et progressivement opérée, on observe de remarquables résultats de tolérance. C'est ce que nous présentent, par exemple, dans l'état de nature, les saumons, anguilles, lamproies, etc., et divers expérimentateurs, entre autres Beudant, ont obtenu de cette tolérance des exemples encore plus curieux.

Mais dans les cas de changement subit suivi de mort rapide, à quoi est due cette mort? A l'action directe du sel sur les branchies ou à la suppression de cette action? A la différence de composition des eaux entraînant des différences dans leur pouvoir osmotique, et, par suite, dans l'exécution des phénomènes respiratoires?

Le magnifique aquarium d'Arcachon, où se conservent dans le plus parfait état de santé les poissons, même de haute mer, m'a permis de faire, pour m'éclairer sur cette difficulté, les expériences suivantes :

*1<sup>re</sup> série.* — Dans divers vases cylindriques sont placés en quantité égale (un litre et demi) : 1° de l'eau douce; 2° de l'eau douce ramenée au même degré aréométrique que l'eau de mer des bassins au moyen de sucre ordinaire.

J'introduis, dans chacun de ces vases, un griset (*Sparus*



même pouvoir osmotique; il faut aussi faire intervenir d'autres facteurs, tels que la solubilité, probablement différente, de l'oxygène dans l'un et l'autre liquide.

Mais comment la différence de pouvoir osmotique a-t-elle pour conséquence la mort du poisson? Faut-il, dans le cas du poisson de mer transporté dans l'eau douce, attribuer sa mort à l'asphyxie consécutive à l'épaississement de la membrane branchiale, ou au gonflement par l'eau des franges branchiales, gonflement qui arrêterait la circulation? Les recherches que j'ai pu faire à ce sujet ne m'ont rien appris jusqu'ici; mais j'espère beaucoup de celles que me permettra d'entreprendre, dans la campagne prochaine, l'installation due à la généreuse initiative de la Société scientifique d'Arcachon. Ce n'est là qu'une des mille questions que pourront soulever et résoudre ceux qui sauront profiter du laboratoire et des bassins qu'elle mettra si libéralement, à partir de l'été prochain, à la disposition des travailleurs.

Je n'ai pas seulement expérimenté sur l'eau douce, ramenée, à l'aide du sucre, à la densité de l'eau de mer; j'ai aussi essayé, sur les mêmes espèces de poissons, l'action de l'eau glycinée, de l'eau gommée, de l'eau chargée de carbonate de soude, dans les mêmes conditions aérométriques. Dans ces deux derniers liquides, les poissons meurent beaucoup plus rapidement que dans l'eau douce; l'eau glycinée, moins dangereuse, est très inférieure à l'eau sucrée.

Arcachon, septembre 1866.

---

THE UNIVERSITY OF CHICAGO

OFFICE OF THE DEAN

CHICAGO, ILL.

DEAR SIR,

I have the honor to acknowledge the receipt of your letter of the 10th inst.

and in reply to inform you that the same has been forwarded to the

proper authorities for their consideration.

I am, Sir, very respectfully,  
Yours truly,  
The Dean

W. B. DICKSON

DEAN

UNIVERSITY OF CHICAGO

CHICAGO, ILL.

1877

# NOTE

SUR

## L'ACTION ÉLÉMENTAIRE DES ANESTHÉSIIQUES

(ÉTHÉR ET CHLOROFORME)

et sur

LA PÉRIODE D'EXCITATION QUI ACCOMPAGNE LEUR ADMINISTRATION

---

Les recherches remarquables de Longet <sup>(1)</sup> avaient montré depuis longtemps que chez les animaux tués par l'inhalation de l'éther, la contractilité musculaire et la propriété des fibres nerveuses motrices persistent; aussi, ce physiologiste rapporte l'anesthésie dont la prolongation a amené la mort à une perte des propriétés, ou du moins à une cessation des fonctions des centres nerveux : l'encéphale, la moelle épinière, le bulbe rachidien enfin, étant successivement atteints par le poison.

Mais ces conclusions dépassent un peu les conséquences des expériences sur lesquelles Longet s'appuie. On pouvait objecter que peut-être ce n'est point sur les centres nerveux, mais sur les nerfs sensitifs qu'influe l'anesthésique. Une expérience fort simple montre que l'action sur les centres suffit pour expliquer tous les phénomènes de l'insensibilité par l'éther (le chloroforme semble agir exactement de même).

Faisons, à la racine du membre postérieur d'une grenouille, une ligature qui l'embrasse tout entier, sauf son tronc nerveux, et qui empêche ainsi toute circulation dans ses tissus. Si nous plaçons cette grenouille à côté d'une grenouille à laquelle on a fait quelques heures avant la même opération, mais dont on a de suite

<sup>(1)</sup> *Expériences relatives aux effets de l'inhalation de l'éther sulfurique sur le système nerveux.* (Mémoire lu à l'Académie de Médecine de Paris. — Masson, 1847.)

relâché la ligature, afin de mettre ces deux animaux dans des conditions identiques, sauf l'interruption de la circulation dans le membre; si, dis-je, nous plaçons ces deux grenouilles sous une même cloche, en présence d'éther, nous verrons que toutes deux deviennent insensibles dans le même temps, et que le membre lié perd tout aussi vite sa sensibilité que les membres intacts. Il résulte évidemment de cette expérience que l'action directe sur les nerfs sensitifs n'a aucune importance dans l'empoisonnement par l'éther.

Ce n'est pas à dire, bien entendu, que les anesthésiques n'agissent pas directement sur les nerfs sensitifs. Déjà, Longet avait dit qu'en exposant un tronc nerveux à des vapeurs d'éther, il devient insensible dans les points impressionnés et dans les points plus éloignés des centres. Mais l'action chimique directe et le refroidissement qui accompagne l'évaporation de l'éther compliquent la question. On peut s'assurer de l'effet de l'éther, au moins sur les terminaisons nerveuses intactes, par l'expérience suivante : Une patte postérieure de grenouille, isolée de la circulation générale par une ligature qui n'a respecté que le nerf (précaution nécessaire, car sans cela le poison eût agi à la suite d'absorption sur l'animal entier), est introduite dans le goulot d'une fiole contenant un peu d'éther, goulot que l'on obture avec soin. Après quelques minutes, cette patte est devenue complètement insensible.

Mais dans le système nerveux central, sur quelle partie, sur quelle propriété agit l'éther? Le nerf sensitif est resté apte à recevoir et à transmettre l'impression; le nerf moteur est resté apte à recevoir l'ordre de mouvement, à le transmettre et à le faire exécuter par le muscle. Cependant, aucun mouvement ne répond à l'excitation. Est-ce que la sensation n'aurait pas été perçue par la moelle? Est-ce que la sensation perçue n'aurait pas pu se transformer en excitation motrice, ou que celle-ci n'aurait pas pu se manifester par action sur l'origine du nerf moteur? Est-ce, en un mot, la sensibilité réceptive du centre nerveux ou son excito-motricité qui est atteinte?

Pour jeter quelque jour sur cette difficile distinction, éthérisons un animal supérieur, un mammifère, jusqu'à insensibilité complète; puis, immergeons-le dans l'eau : bientôt il s'agite, et présente, très amoindries, il faut le dire, les convulsions caracté-

ristiques de l'asphyxie. Que s'est-il donc passé? Le sang, dans lequel diminue jusqu'à disparaître bientôt l'oxygène uni aux globules, le sang, dans lequel augmente l'acide carbonique dissous et combiné, a impressionné, a excité, sans doute en vertu de ces deux modifications, les cellules médullaires douées d'excito-motricité, et de là mouvement. Donc, l'excito-motricité persiste, et comme le nerf sensitif a conservé sa propriété, nous nous croyons autorisé à conclure que ce qui disparaît, dans la moelle du moins, c'est la réceptivité sensitive.

Arrivons maintenant aux remarques qui constituent l'objet principal de la présente Note.

Lorsqu'on soumet un animal à des inhalations d'éther ou de chloroforme, on reconnaît aisément que l'action du poison se manifeste d'abord par une excitation plus ou moins vive : l'animal s'agite, respire bruyamment, remue convulsivement la tête et les membres. Si l'on opère sur un animal très intelligent, sur un chien par exemple, et à plus forte raison si l'on opère sur un homme, on voit à ces troubles de la motilité s'en joindre d'autres du côté de l'intelligence; on se trouve en présence de rêves dans lesquels l'animal lutte presque toujours contre quelque violence physique imaginaire, et souvent, s'il s'agit de l'homme, contre quelque contrainte ou souffrance morale. Mais bientôt tous ces phénomènes s'apaisent, et l'éthérisé tombe dans un état complet d'insensibilité. Aussi, tous les auteurs sont d'accord pour décrire, avant cette période de relâchement, une *période d'excitation* du système nerveux.

Si l'on veut simplement exprimer par ces mots l'agitation de corps et d'esprit que manifeste l'animal, on est dans le vrai, tout en n'expliquant rien; mais si l'on entend, comme le font presque toutes les personnes qui se servent de ces expressions, si l'on entend ainsi que le système nerveux cérébro-spinal est primitivement excité avant d'être relâché, que son action augmente d'abord d'intensité, pour diminuer ensuite au point d'être annulée pour ce qui a rapport à la réceptivité et à la réflexivité, on avance une hypothèse qui vaut la peine d'être examinée; or, l'examen démontre, comme nous allons le voir, que l'hypothèse est fautive.

Sectionnons, sur un mammifère nouveau-né, chat ou lapin, la moelle épinière au commencement de la région dorsale; immé-

diatement le train postérieur est paralysé, mais pendant longtemps nous pouvons en obtenir des mouvements réflexes. En plaçant alors l'animal dans une atmosphère chargée d'éther ou de chloroforme, on voit qu'après une agitation très vive de la face et des pattes antérieures, l'insensibilité survient peu à peu en même temps pour les deux paires de membres. Mais nulle agitation ne s'est manifestée dans les membres postérieurs; de plus, en les pinçant à différents moments de l'inhalation anesthésique, on voit la sensibilité diminuer graduellement à partir de l'état normal. Il n'y a donc eu aucune suractivité des propriétés de la moelle épinière précédant leur disparition.

La prétendue période d'excitation n'existe donc pas pour le centre nerveux rachidien.

Mais à quoi tient l'agitation excessive des membres antérieurs et de la tête chez l'animal en expérience? Incontestablement, à l'action irritante directe du chloroforme ou de l'éther sur les muqueuses oculaire, nasale, buccale, et surtout glottique.

En effet, ouvrons la trachée d'un lapin, fixons-y un tube de verre muni d'une petite ampoule, et, laissant l'animal en pleine liberté, introduisons dans l'ampoule de petits morceaux d'ouate imbibés de liquide anesthésique. Si l'acte respiratoire n'est en rien gêné, on voit l'animal s'arrêter d'abord dans sa marche, s'accroupir, puis s'endormir, en devenant complètement insensible. Il ne présente, dans cette circonstance, aucune excitation.

Il n'existe donc point, dans l'intoxication anesthésique, de véritable période d'excitation, et l'irritation due au contact du chloroforme avec les muqueuses est la cause principale de l'agitation manifestée par les animaux soumis à son inhalation. Chez les lapins, cette cause est certainement la seule; mais en est-il de même chez des animaux plus intelligents, et notamment chez l'homme? Il est permis d'en douter.

On peut, je crois, considérer comme certain que, chez eux comme chez les lapins, ni la moelle épinière, ni les organes encéphaliques, ne sont jamais surexcités dans leurs propriétés; mais il me semble très vraisemblable que, pendant un certain temps, les impressions transmises par une moelle dont les fonctions sont partiellement abolies, à un cerveau lui-même inégalement attaqué dans ses différentes parties, peuvent avoir pour résultat des con-

ceptions délirantes plus ou moins nettes, des rêves engendrant des mouvements désordonnés. Il n'y aurait pas là une excitation des cellules cérébrales, mais un trouble dans leurs relations entre elles et avec les cellules médullaires, une sorte d'anarchie cérébrale.

Il faudrait, pour s'assurer de la vérité de cette explication, pouvoir soumettre à l'anesthésie quelque personne portant une fistule trachéenne qui permettrait d'introduire directement le gaz tonique dans les poumons, en éliminant la cause d'erreur due aux muqueuses sus-glottiques. On verrait alors s'il se manifeste quelques-uns de ces phénomènes rapportés jusqu'ici à l'excitation du cerveau, et qui ne seraient, au contraire, que la conséquence d'une cessation incomplète et irrégulière de ses fonctions.

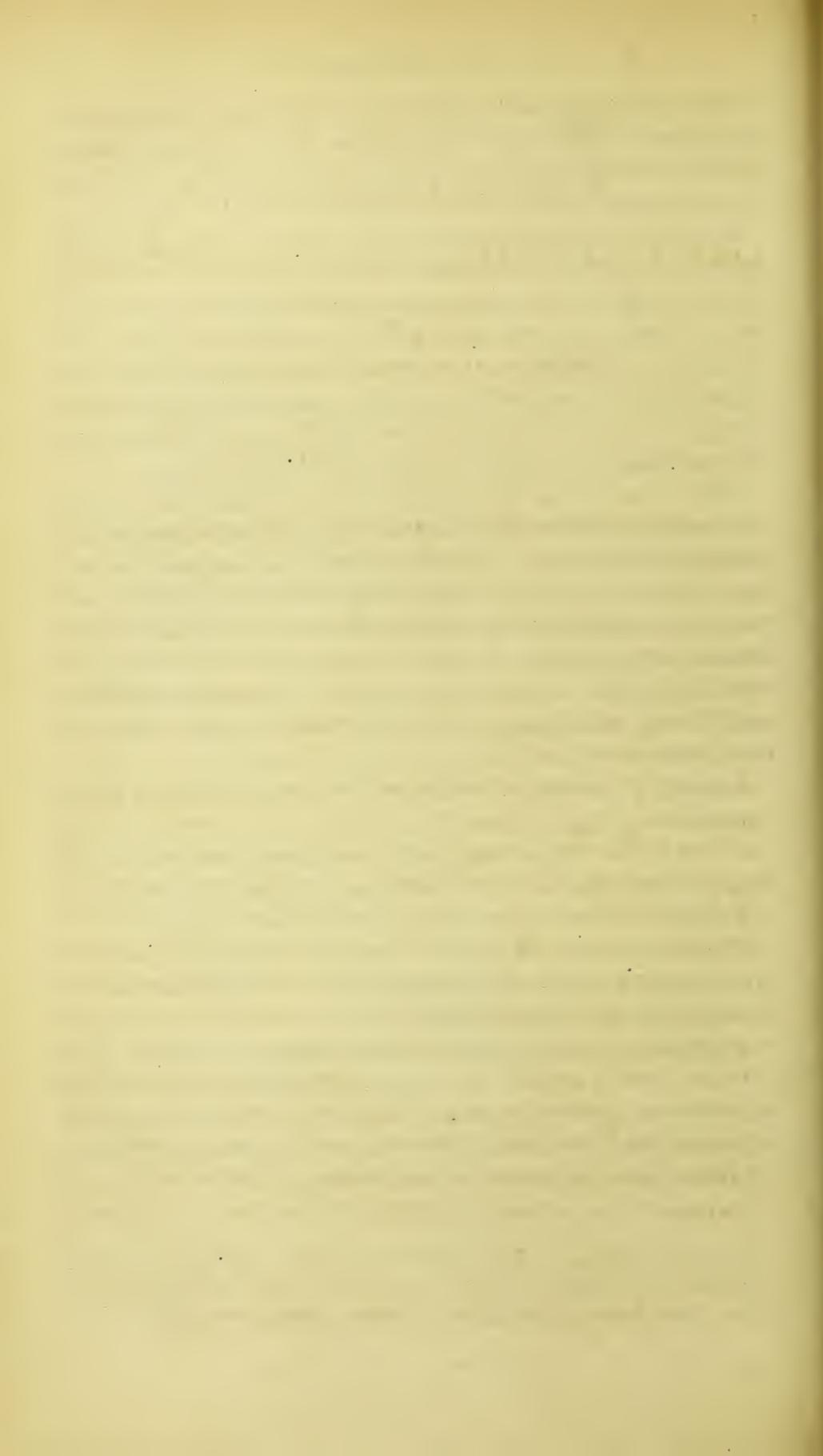
S'il en était ainsi, il serait permis de se demander si, dans beaucoup de maladies délirantes, l'agitation parfois redoutable des malades est due à une véritable excitation des organes intellectuels, ou s'il ne faut pas plutôt l'attribuer à un trouble apporté dans les relations entre les différentes parties des centres nerveux, trouble en rapport avec une diminution dans l'énergie de quelques-unes d'entre elles : d'où se tireraient des conséquences graves au point de vue de la thérapeutique des maladies mentales. Mais ceci nous écarte de notre sujet.

Il reste, je pense, démontré par les expériences ci-dessus rapportées :

1° Que les centres nerveux sont seuls attaqués par les anesthésiques (chloroforme et éther) employés en inhalation; les nerfs sensitifs ou moteurs, les muscles, le cœur, restant indemnes;

2° Que l'action de ces poisons, dans la moelle épinière, se porte principalement, sinon exclusivement, sur la réceptivité sensitive, l'excito-motricité étant conservée;

3° Qu'aucune excitation des centres nerveux ne précède cette atteinte à leurs propriétés, et que la période d'agitation peut être expliquée par l'action directe de l'éther ou du chloroforme sur les muqueuses sensibles, et aux désordres introduits dans la perception des impressions extérieures et leur saine appréciation.



# NOTE

SUR LA PRÉSENCE DE

## L'AMPHIOXUS LANCEOLATUS

DANS LE BASSIN D'ARCAÇON

et sur ses spermatozoïdes

---

Au commencement du mois de mars, M. Fillioux, pharmacien à Arcachon, me montra, conservé dans l'alcool, un petit animal capturé sur un des bancs du bassin (le banc *blanc*) (1), dans une promenade zoologique faite avec M. Lafont, d'Arcachon, naturaliste distingué. Ma joie fut grande en reconnaissant le fameux et paradoxal *Amphioxus lanceolatus* (Yarell), *Branchiostoma lubricum* (Costa), cet étrange vertébré sans vertèbres, ce poisson sans encéphale distinct, sans cœur, et dont l'organisation tout entière fait une exception des plus remarquables dans nos systèmes zoologiques. J'engageai vivement ces Messieurs à poursuivre leurs recherches; elles furent bientôt couronnées d'un plein succès, car M. Lafont rapporta jusqu'à vingt *Amphioxus* d'une seule excursion.

J'ai pu moi-même, il y a quelques jours (19 avril), en prendre une trentaine dans l'intervalle de deux marées. Les plus grands que j'ai pêchés mesuraient environ 6 centimètres; les plus petits 2 centimètres; peut-être ce résultat est-il dû au tamis trop grossier que j'employais pour les séparer du sable.

C'est, en effet, dans le sable qu'on trouve ces petits animaux; le banc où nous les avons rencontrés porte de nombreuses moules, et le sable est très vaseux. L'*Amphioxus* est d'une agilité extraordinaire, et, bien que prévenu par mes lectures, je fus vraiment surpris de la rapidité avec laquelle il disparaît en s'enfonçant dans le sable

(1) Depuis l'impression de cette Note, l'*Amphioxus* a été retrouvé sur l'île aux Oiseaux, par M. Lafont, et par moi-même au débarcadère d'Arcachon. Il existe donc probablement dans la plus grande partie du bassin.

humide. On le trouve surtout en bêcheant au fond des flaques d'eau que laissent les basses-mers dans les grandes marées; mais j'en ai pris en plein sable découvert, au moment, il est vrai, où la marée remontait. Le filet de toile, promené dans l'eau des flaques, ne m'en a jamais ramené un seul; dans mes aquaria, je ne les ai que très rarement vus quitter le sable et nager en pleine eau. Lorsqu'ils le font, c'est avec une rapidité extraordinaire, en contournant leur corps latéralement, à la manière d'un serpent.

L'*Amphioxus* avait été rencontré dans la Baltique, la mer du Nord et les côtes sableuses de la Grande-Bretagne; la Méditerranée, en Italie, en Sicile et en France au moins, le possède. M. de Quatrefages, à La Rochelle (si mes souvenirs ne me trompent pas), M. Jourdain, dans le Calvados, moi-même à l'embouchure de la Somme, et sans doute bien d'autres naturalistes à d'autres points, l'avons en vain cherché. La station d'Arcachon est donc non-seulement nouvelle, mais elle fournit presque les premiers *Amphioxus* trouvés sur les côtes Océaniques de la France; en outre, elle semble d'une richesse exceptionnelle.

Peut-être, cependant, l'abondance de nos trouvailles tient-elle à l'époque à laquelle nous avons pêché. Peut-être, dans quelques semaines, les *Amphioxus* vont-ils rentrer dans des fonds qui n'émergent jamais. Il serait possible que ces animaux, comme tant d'autres poissons du bassin, ne s'approchassent des hauts-fonds que pour se livrer à la reproduction. Or, la plupart des *Amphioxus* que nous avons pêchés sont prêts pour le grand œuvre. De chaque côté du corps on voit un chapelet blanc et opaque, occupant presque toute la longueur de la région branchiale, et ce chapelet n'est autre qu'un testicule ou un ovaire.

J'ai même eu la bonne fortune de faire, à ce propos, une observation importante. Allant une nuit (20 avril) examiner les *Amphioxus* pêchés de la veille, que je conservais dans mon aquarium, j'en vis un, de la plus grande taille, qui, couché sur le sable, était environné d'un nuage blanchâtre. Ce nuage provenait d'un jet continu, renforcé par des espèces de pulsations fréquentes, lequel s'échappait du pore abdominal. Pêché avec une pipette, ce nuage se montra composé de spermatozoïdes très agiles et bien indépendants, bien mûrs, en un mot; ils étaient encore mobiles dans l'eau de mer vingt-une heures après; revus quinze heures

plus tard, ils étaient morts (temp. de 14 à 15°). Examinés pendant qu'ils se mouvaient, leur tête donnait à de forts grossissements (obj. n° 7 de Nachet) l'apparence la plus étrange; vue de face, elle semblait bilobée; à plat, trilobée. Mais l'observation faite sur le sec n'a pas fourni les mêmes résultats; les spermatozoïdes paraissent alors de la même taille, environ, que ceux de l'homme, la tête représentant à peu près un vingtième de la queue. Les *Amphioxus* lâchent ainsi graduellement leur liqueur fécondante; ceux que je conserve depuis trois semaines ont presque complètement épuisé leurs réservoirs.

Cette éjaculation de spermatozoïdes mûrs est un argument très important à opposer aux naturalistes qui considèrent comme un animal en voie de développement cet étrange poisson. Jusqu'ici, en effet, on ne connaît, dans la série animale, que les *Axolotls* qui soient susceptibles de se reproduire par voie de génération spermatique avant d'avoir subi leur dernière métamorphose.

J'ai le vif désir d'étudier le développement des *Amphioxus*; les conditions exceptionnellement favorables où je me trouve placé me donnent le plus grand espoir d'atteindre mon but. D'une part, la pêche sur les bancs me fournira sans doute, dans quelques semaines, des embryons ou du moins des jeunes; d'autre part, les bassins que la Société scientifique d'Arcachon met si généreusement à la disposition des naturalistes, me permettront probablement d'étudier les œufs fécondés depuis peu, de suivre l'évolution des jeunes, et d'observer pendant longtemps les animaux adultes.

Ceux-ci, en effet, se conservent très aisément en captivité. J'en garde depuis trois semaines dans un tout petit aquarium, et même dans un simple verre de table, qui se portent parfaitement bien. J'ai pu, le 21 avril, en emporter, dans du sable de mer humide, qui, le 22 à Bordeaux, et le 23 au matin à Paris, étaient en pleine activité. Je les ai déposés, bien vivants, dans l'aquarium de mon excellent ami, M. Alphonse-Milne-Edwards.

La résistance vitale de ces animaux transparents, et en apparence si frêles, est des plus étonnantes. J'en citerai un exemple frappant. Le 10 avril, un *Amphioxus* fut coupé en deux d'un coup de bêche, entre le pore abdominal et l'anus; presque tout l'intestin proprement dit était enlevé; aujourd'hui, 4 mai, le tronçon antérieur est encore vivant.

J'ai coupé la queue à quelques-uns d'entre eux pour voir s'ils présenteraient quelques phénomènes de réintégration. Jusqu'ici, rien n'a repoussé; bien loin de là, les plaies ne se sont pas cicatrisées, et les animaux se raccourcissent par suite de dissociation et de perte de substance à l'extrémité lésée; la corde dorsale, plus résistante, fait saillie hors des tissus malades. Sur l'un de mes *Amphioxus*, cette gangrène ascendante est telle que la section primitive (19 avril) ayant été faite comme pour les autres, au-delà de l'anus, le tronçon se termine aujourd'hui en-deçà de l'anus, à moitié chemin environ du pore abdominal. Sur cet animal, la partie amputée, mesurant 5 millim., a joui de mouvements réflexes durant dix-huit heures (temp. 15°).

Je n'ai pas encore pu examiner d'un peu près mes *Amphioxus*; les observations que j'ai faites ne m'ont guère amené jusqu'ici qu'à vérifier les assertions principales de Goodsir, de Retzius, de J. Müller, de Kölliker, de de Quatrefages, etc., touchant l'anatomie proprement dite. J'ai vu, à travers les cirrhes toujours entrelacés qui protègent la bouche, pénétrer les particules alimentaires attirées par le mouvement des cils cibratiles rangés en séries régulières sur les parois buccales; je les ai vues ressortir soit par le pore abdominal, soit par l'anus, selon qu'elles avaient traversé ou non la claire-voie de l'appareil branchial. J'ai constaté aisément les étranglements et les renflements successifs de la moëlle épinière, et sa terminaison antérieure obtuse, avec laquelle sont en rapport les yeux et l'organe de Kölliker. Puis aussi, l'appareil circulatoire, si étrange, avec ses vaisseaux longitudinaux contractiles, ses bulbilles artérielles, son sang incolore. Je me propose d'étudier avec tout le soin dont je suis capable ces particularités si intéressantes. J'insisterai surtout sur l'histologie, et je m'efforcerai notamment de chercher jusqu'à quel point sont fondés les reproches faits par Marcusen aux travaux de de Quatrefages.

Dans la note actuelle, j'ai seulement voulu donner à la découverte qu'ont faite MM. Fillioux et Lafont la publicité qu'elle mérite, et signaler à l'attention des naturalistes l'émission spontanée de spermatozoïdes bien mûrs que j'ai constatée sur mes *Amphioxus*.

## NOTES DIVERSES

SUR LA

# LOCOMOTION CHEZ PLUSIEURS ESPÈCES ANIMALES

---

Je m'étais proposé, il y a sept ou huit ans, de prendre pour sujet de ma thèse inaugurale la question si complexe de la locomotion ; et avec cette ardeur intrépide qui caractérise les débutants, je ne prétendais à rien moins qu'à traiter de la locomotion dans le règne animal tout entier ! Ce que méritait mon imprudence arriva : attaquant à la fois mille questions de détail, je n'en résolus aucune, et bientôt, entraîné par d'autres recherches, fatigué par la richesse même de mon sujet, je l'abandonnai sans avoir rien publié.

Déjà, cependant, et ceci date, je le répète, de 1860 à 1862, j'avais constaté des faits d'un véritable intérêt, et qui, étudiés depuis avec plus de suite et de méthode par plusieurs physiologistes, ont fourni à Monoyer le sujet d'un excellent Mémoire sur la locomotion des poissons, à Maurice Girard celui d'un travail très intéressant sur le vol des insectes, etc..... Il m'a paru aujourd'hui que ce ne serait pas du temps complètement perdu que de mettre au jour celles de ces notes d'expériences déjà anciennes qui ne sont point devenues des banalités ; il va sans dire que, pour les faits antérieurement publiés par d'autres expérimentateurs, je n'ai garde de faire entrevoir nulle réclamation de priorité : je ne citerai mes résultats que lorsqu'il me semblera utile de confirmer les propositions démontrées par d'autres, mais que j'avais pu établir, par devers moi, sans nulle préoccupation de contrôle. Ce qui va suivre ne constitue donc pas un travail d'ensemble, mais, comme le titre l'indique, une suite de notes diverses, la plupart assez anciennes déjà, sur la locomotion chez divers animaux.

A. MAMMIFÈRES. — *Homme*. — Je ne parlerais pas de la locomotion chez l'homme, sur laquelle je n'ai point de résultats personnels, si je ne croyais point devoir émettre un avis dans la discussion élevée par Giraud-Teulon et Duchenne (de Boulogne), à propos de la théorie de la marche, donnée par les frères Weber, et acceptée par la plupart des physiologistes : entre autres par Longet et J. Bécлар, dont les livres élémentaires, justement réputés, sont entre les mains de tout le monde.

La marche doit être, à mon sens, définie : une série de chutes en avant, arrêtées alternativement par chaque pied, peu après que la verticale abaissée du centre de gravité a quitté la base de sustentation formée par l'autre pied. Or, selon les Weber, le pied qui arrive ainsi en avant est transporté, par une simple oscillation, à la manière d'un pendule, oscillation dont le centre de mouvement est dans l'articulation coxo-fémorale. « Il est prouvé, dit Longet (1), que les muscles des membres inférieurs ne jouent aucun rôle, et qu'ils restent dans le relâchement complet pendant que la jambe devenue flottante oscille d'arrière en avant, à la manière et suivant les lois du pendule » J. Bécлар (2) s'exprime avec plus de circonspection en disant : « Le membre qui quitte le sol obéit à la pesanteur, et oscille, dans l'articulation coxo-fémorale, à la manière d'un pendule, sans que la contraction musculaire entre nécessairement en jeu. »

Nous ne pouvons, pas plus que Giraud-Teulon (3), accepter cette interprétation. Ce n'est pas que nous croyons, comme le mathématicien dont nous venons de citer le nom, que l'adhérence signalée par les physiologistes allemands entre le fémur et la cavité cotyloïde, adhérence due à l'action de la pesanteur, n'existe que sur le cadavre ; rien n'est plus facile, en effet, que de répéter sur l'animal vivant les expériences des Weber, et de vérifier leurs conclusions. Mais nous considérons comme certain, par l'observation directe, que le membre qui se porte en avant est entraîné, non par la pesanteur, mais par l'action musculaire des fléchisseurs de la jambe et de ceux de la cuisse, qui soulèvent le membre et le détachent du

(1) *Traité de physiologie*, 1 vol., 2<sup>e</sup> partie, 1861, p. 78.

(2) *Traité élémentaire de physiologie humaine*, 1866, p. 728.

(3) *Principes de mécanique animale*, 1858, p. 223 et suiv.

sol; des fléchisseurs de la cuisse, qui l'entraînent en avant en le raccourcissant de manière à l'empêcher de toucher terre à son passage, et des extenseurs de la jambe, qui l'allongent et l'appliquent au sol. Il suffit, ce me semble, de s'observer soi-même avec soin, mais en prenant bien garde de ne pas troubler l'évolution naturelle de la marche, pour constater ces contractions successives. D'ailleurs, à la suite d'une marche un peu prolongée, et, chez les personnes faibles ou convalescentes, à la suite de quelques pas, la fatigue, les douleurs ou même les gonflements musculaires locaux prouvent suffisamment que la pesanteur n'a pas seule fait osciller les jambes, et que les muscles ont énergiquement agi. J'ai vu mourir, d'une inflammation suppurative du muscle psoas, consécutive à des marches forcées, un soldat qui se fût fort bien trouvé de n'avoir eu pour se transporter qu'à laisser osciller ses membres inférieurs. On peut, il est vrai, en y faisant grande attention, arriver à amener sa jambe en avant sans nulle contraction musculaire; mais c'est à la condition d'élever beaucoup son centre de gravité pour empêcher le pied de toucher terre en passant, et on s'aperçoit vite que c'est là un mode de progression anormal. La pesanteur ne me paraît pas plus intervenir dans la marche que dans la progression du sang dans les artères des membres inférieurs, bien que son action soit disposée de manière à favoriser ces deux actes physiologiques.

*Rats.* — Les rats, comme les kanguroos, possèdent une station sur trois membres, les deux pattes et la queue, tout à fait comparable à celle de ces industriels qui s'appuient en arrière sur un bâton pour débiter une boisson chère au peuple parisien. Cela est connu depuis longtemps; mais ce qu'on a moins remarqué, c'est le rôle de la queue des rats, et très probablement des kanguroos, dans le saut. Elle en est l'un des agents les plus efficaces : un rat privé de queue saute moitié moins loin qu'un rat intact. Le rat qui veut sauter appuie contre le sol le dernier tiers ou le dernier quart de sa queue, qui forme alors une courbe et presque un angle à ouverture postérieure; puis, soudainement, il contracte les muscles longs abaisseurs : ceux-ci redressent brusquement la courbe, et déterminent la projection en avant. Je suis persuadé que les chasseurs de kanguroos ont dû remarquer qu'on s'empare beaucoup plus aisément d'un animal dont la queue a été brisée d'un coup de feu.

Chez les rats, la queue possède encore un autre usage : elle leur sert efficacement à grimper, en fournissant, par sa grande longueur et ses aspérités transversales, un vigoureux point d'appui.

J'ai pu garder des rats albinos, privés de queue, dans des boîtes en bois ouvertes, dont les bords n'avaient pas 0<sup>m</sup>50 de hauteur; intacts, ils se fussent bien vite enfuis, soit en grim pant, soit en sautant.

*Girafe.* — La girafe marche l'amble comme le chameau et le lama; mais à la différence de ceux-ci, elle présente ce fait remarquable que, dans le pas ordinaire, le pied postérieur d'un côté vient se placer en avant du pied antérieur du côté opposé.

*Rhinocéros.* — Dans la marche du cheval, le corps appuie alternativement sur un bipède latéral et sur un bipède transversal, de telle sorte qu'un pas complet de marche se compose d'un demi pas de trot suivi d'un demi pas d'amble. Chez les mammifères très lourds, et notamment chez les rhinocéros, il en va autrement, et le corps porté toujours sur trois pieds. Il en résulte qu'ici la marche n'est plus constituée par une succession de chutes arrêtées, et que jamais le centre de gravité ne sort de la base de sustentation. Du reste, chez les rhinocéros, la succession des mouvements, dans les quatre membres, a lieu suivant le même ordre que dans le cheval, par exemple :

1° Antérieur gauche; 2° postérieur droit; 3° antérieur droit; 4° postérieur gauche.

*Hippopotame.* — L'hippopotame marche d'une manière tout à fait différente; au pas le plus lent, il marche comme le cheval au trot, c'est à dire qu'il appuie alternativement sur les bipèdes diagonaux, et repose ainsi seulement sur deux pieds.

B. OISEAUX. — *Queue.* — La queue, disent tous les auteurs, joue dans le vol le rôle de gouvernail : l'oiseau s'en sert pour se diriger. Il est bien vrai que, dans la chute très lente, rectiligne ou spirale qui constitue l'acte de planer, on voit les oiseaux de proie mouvoir leur longue queue, de telle façon que le sens de leur chute peut en être impressionné; mais il est facile de remarquer directement que l'inclinaison de l'aile du côté où ils se dirigent a bien plus d'importance et d'efficacité. D'autre part, il ne manque pas d'oiseaux qui ne possèdent pas de queue ou n'ont qu'une queue très courte, et qui volent parfaitement.

Mais dans les oiseaux dont le vol est constitué par une série de bonds qui donnent à leur trajectoire une forme onduleuse, la queue sert très efficacement à arrêter la chute, et son mouvement actif, comme la direction qu'elle prend alors, aide l'oiseau à remonter dans sa course aérienne. Il suffit d'observer avec quelque soin une pie pour bien apprécier le rôle de la queue dans le vol de cet oiseau.

Mais ce rôle n'est ni le seul, ni peut-être le plus important. Si, tandis que nous continuons d'examiner notre pie, elle vient à se percher, et, particulièrement, sur quelque pièce isolée, nous la verrons, en arrivant sur sa base étroite, abaisser et relever successivement sa queue, et cela à diverses reprises.

Pour nous éclairer sur la valeur de ces faits, prenons un oiseau bon voilier, possédant une queue de dimensions moyennes, un pigeon, et coupons-lui les rectrices aussi près que possible de leur base. L'oiseau, lâché en pleine liberté, n'en vole pas moins bien; il monte, descend, tourne avec la même aisance qu'auparavant; mais vient-il à se poser sur une branche ou sur le bord d'un toit, d'un mur, aussitôt il tend à tomber, et tombe même, les premières fois, sur le bec : l'absence de la queue le gêne évidemment beaucoup pour reprendre son équilibre. C'est là, ce me semble, le rôle principal de la queue chez les oiseaux percheurs.

*Aile.* — J'ai cherché à déterminer expérimentalement l'importance qu'ont, dans une aile donnée, les différentes rémiges par rapport à l'acte du vol. J'ai pris pour exemple le pigeon biset.

L'aile du pigeon possède dix plumes primaires. Chez un oiseau de 25<sup>c</sup> de longueur (de la base du bec à l'anus), et dont l'aile étendue, au maximum, mesure 38<sup>c</sup>, le bras et l'avant-bras ont 11<sup>c</sup> (5<sup>c</sup> + 6<sup>c</sup>), la main et la plume la plus longue (la deuxième), 29<sup>c</sup> (6<sup>c</sup> + 23<sup>c</sup>); entre la première et la deuxième rémige, il y a 22<sup>mm</sup> de différence; entre la deuxième et la troisième, 10<sup>mm</sup>; entre la troisième et la quatrième, 12<sup>mm</sup>; puis successivement 25<sup>mm</sup>, 15<sup>mm</sup>, 20<sup>mm</sup>, 10<sup>mm</sup>, 16<sup>mm</sup>, 12<sup>mm</sup>; la dixième rémige primaire n'a ainsi que 15<sup>c</sup>5; les rémiges secondaires ne dépassent pas celle-ci.

Or, sur une semblable aile, l'ablation de toutes les rémiges secondaires, malgré l'énorme diminution de surface qui en est la conséquence, ne paraît pas influencer sur l'aisance et la rapidité du vol, qui, sans doute, a perdu un peu en puissance. En coupant

maintenant les rémiges primaires de dedans en dehors, je vois que lorsque leur nombre est réduit à 7, l'oiseau, qui vole encore très bien et rapidement, a une difficulté manifeste à changer le niveau de son vol. Je ne laisse alors que les cinq penes extérieures, et le pigeon, à mon grand étonnement, fournit aussitôt un vol rapide, rectiligne, horizontal ou légèrement ascensionnel, de 150 mètres environ. Puis il tombe brusquement, sans que j'aie pu nettement démêler la cause de sa chute, et ne peut se relever. Je le laisse alors reposer; puis j'ampute encore deux rémiges; l'oiseau ne peut plus alors voler horizontalement que pendant une vingtaine de pas, avec ses tronçons d'ailes réduites aux trois penes extérieures.

Sur un autre pigeon, j'attaque l'aile de dehors en dedans, et j'enlève successivement les cinq premières rémiges; à ce point, l'oiseau, dont j'ai ainsi raccourci l'aile de 6°, ne peut plus s'élever, mais vole encore un peu, horizontalement; la sixième coupée, il devient incapable de se soutenir en l'air.

Mais ce n'est pas seulement le raccourcissement de l'aile qui empêche le pigeon de voler, et notamment de s'élever. Si, en effet, au lieu de couper les cinq premières penes à leur base, je taille l'extrémité de l'aile en forme d'aile obtuse dont la sixième pene soit la plus longue, le pigeon, non seulement peut voler horizontalement, mais peut s'élancer de terre jusque sur une planche située à 7 pieds de hauteur. Donc, dans les ailes obtuses, le renforcement fourni au bord qui attaque l'air par les penes antérieures à la plus longue, n'est nullement à négliger.

La surprise que j'ai éprouvée en voyant s'envoler avec autant d'aisance le pigeon auquel je n'avais respecté que les cinq rémiges externes, diminua beaucoup lorsque j'étudiai l'aile de certains oiseaux bons voiliers à ailes très échancrées. Si nous prenons comme exemple le sterne pierre-garin, dont les dimensions sont moindres que celles du pigeon biset, nous trouvons que sa première rémige, la plus longue, qui mesure 24°, dépasse la deuxième de 10<sup>mm</sup>; celle-ci dépasse la troisième de 25<sup>mm</sup>; puis successivement 27<sup>mm</sup>, 27<sup>mm</sup>, 27<sup>mm</sup>, 27<sup>mm</sup>, 24<sup>mm</sup>, 24<sup>mm</sup>, 15<sup>mm</sup>. La marche de cette décroissance et la largeur des penes sont telles, que l'aile normale du pierre-garin représente presque l'aile du pigeon, à laquelle on a enlevé les sixième, septième, huitième, neuvième et dixième penes primaires.

Ces deux ailes représentent deux types bien différents parmi les animaux bons voiliers. Dans la première, les plumes primaires décroissent lentement de longueur, et la dixième a au moins la moitié de la longueur de la plus longue (pigeon : 23°, 15°5); la décroissance est bien plus rapide, et la différence entre les deux rémiges bien plus grande (sterne : 24°, 9°5) dans la seconde. Dans les oiseaux qui présentent celles-ci, les plumes primaires forment avec les plumes secondaires une vaste échancrure, et c'est sans doute à l'isolement des plumes de la main, au peu de largeur de leur ensemble, qu'il faut attribuer l'irrégularité pleine de brusquerie que présente le vol, dont la trajectoire n'est, par moments, composée que de zigs-zags à angles vifs.

Il y a là, ce me semble, entre les diverses ailes, une différence plus importante que celle sur laquelle insistait Isid. Geoffroy Saint-Hilaire, basée sur le numéro d'ordre de la plume la plus longue, numéro qui marquait, pour ainsi dire, selon lui, la valeur locomotrice d'une aile. A ce compte, l'aigle, dont la quatrième et la cinquième rémiges seulement sont les plus longues, passerait bien après le grèbe, dont la deuxième plume est la plus longue, ou surtout la caille ou le macareux, dont l'aile si courte est sur-aiguë.

Le problème est d'ailleurs extrêmement complexe : la longueur totale de l'aile, son aire, sa forme, celle de son périmètre, les proportions de ses différentes parties, la raideur de ses plumes, la puissance de ses muscles moteurs, sa position par rapport au centre de gravité, sont autant de conditions dont il faut tenir compte pour apprécier le rapport de l'organe avec l'énergie de sa fonction. Une seule condition est constante : c'est la position, dans l'état de station, de l'articulation des ailes au dessus et en avant du centre de gravité, d'où la stabilité de l'oiseau durant le vol, et sa facilité à s'élever, le corps incliné, de bas en haut et d'arrière en avant. Faire la part des autres conditions serait un ensemble de questions dont la difficulté dépasse, ce me semble, l'intérêt.

J'ai seulement voulu montrer, par une simple expérience, l'importance capitale des quatre ou cinq premières rémiges qui peuvent, chez le pigeon du moins, à elles seules, suffire au vol, et dont l'ablation détruit pour cet oiseau la possibilité de la vie aérienne. Il serait intéressant de répéter ces expériences sur des oiseaux

possédant une forme d'aile différente, sur des hirondelles, par exemple.

*Sacs pulmonaires.* — Il n'est plus personne qui considère les sacs pulmonaires des oiseaux comme aidant leur vol par une diminution de la densité du corps. On peut facilement s'assurer, en effet, qu'un oiseau de grande taille gagne à peine quelques grammes par l'intervention de l'air échauffé que contiennent ses sacs. Barthez, et bien plus tard Jobard (de Bruxelles), leur avaient fait jouer un certain rôle, assez étrange, dû à la réaction de l'air poussé dans l'intérieur des os. Mais ayant ouvert largement sur un pigeon le sac sous-claviculaire, et ayant percé avec un trocard les quatre gros os aérifères de ses membres, je l'ai vu s'envoler avec tout autant d'aisance et de force qu'auparavant.

Mais il est un genre spécial de locomotion dans lequel les sacs aériens peuvent aider l'oiseau; je veux parler de l'acte du plonger pendant la natation. Ce n'est autre chose qu'une sorte de saut périlleux en avant, dans lequel l'oiseau prend un point d'appui en choquant de ses pieds les couches liquides. Or, dans un pareil mouvement, le déplacement brusque, d'avant en arrière, d'une certaine quantité d'air peut aider au mouvement de bascule, au même titre que la projection de la tête en avant. Aussi, les oiseaux plongeurs, et notamment les grèbes et les foulques, sont munis d'un muscle en éventail qui, s'insérant sur la fourchette, embrasse le sac sous-claviculaire, et peut, par sa contraction, chasser brusquement quelques centimètres cubes d'air dans les cavités abdominales situées de l'autre côté du centre de gravité.

Les usages de ces sacs aérifères sont des plus discutés. En leur cherchant un rapport direct et exclusif avec le vol, beaucoup d'auteurs ont oublié que des oiseaux simplement coureurs, comme l'autruche, en possèdent de très développés. Ce qui n'empêche pas qu'ils ne puissent être utiles aux oiseaux grands voiliers, par exemple, en les soustrayant aux effets des changements brusques auxquels ils sont soumis dans la valeur de la pression atmosphérique : idée développée par Foleÿ (1).

Le rôle qu'on leur a attribué dans le renforcement de la voix est au moins problématique. Ayant largement ouvert le sac sus-

(1) *Du travail dans l'air comprimé.* Paris, 1863.

claviculaire d'un canard, je n'ai pas remarqué que sa voix ait diminué d'intensité, bien qu'elle se soit en quelque sorte faussée.

En considérant que les sacs pulmonaires sont ainsi disposés que certains d'entre eux (ceux qui sont sous-cutanés) se vident au moment de l'inspiration, et mélangent par suite l'air qu'ils contiennent à l'air attiré du dehors, je suis amené à penser que très souvent ils mettent les qualités de cet air extérieur en équilibre avec les nécessités de l'oiseau. Durant l'hiver, et dans les hauteurs où il vole, ces sacs lui fournissent un air tiède qui mitige l'action de l'atmosphère insuffisamment réchauffée dans la trachée, déjà longue cependant. Et, inversement, dans le poumon de l'autruche, leur air saturé d'humidité se mélange utilement à l'air desséchant du désert. Mais leur rôle le plus universel dans la classe paraît être, par l'alternance de leurs mouvements, d'entretenir constamment dans les poumons de l'oiseau un courant d'air non épuisé pendant l'expiration comme pendant l'inspiration; d'où résulte véritablement une respiration double, selon l'expression de Cuvier, mais non dans le sens erroné qu'il donnait à ce mot.

*Grèbes.* — Le mode de station et de locomotion des grèbes a été l'occasion d'une discussion entre les ornithologistes. Pour la plupart, les grèbes se tiennent et marchent debout sur la terre. D'après M. Hardy, M. Gerbe et d'autres, ces oiseaux marchent comme les autres, inclinés à l'horizon.

Or, l'examen de leurs membres postérieurs démontre que les grèbes ne peuvent pas marcher à la façon des autres, c'est à dire en appliquant sur le sol la surface plantaire, tandis que le tarse est dans la position verticale. Il est, en effet, impossible de fléchir en avant le pied sur le tarse; à peine, en violentant l'articulation, peut-on obtenir entre ces deux segments un angle d'environ  $160^{\circ}$ , à ouverture antérieure.

Aussi, à l'état de repos, le grèbe s'accroupit, ses pattes portant à terre jusqu'au talon, et faisant ensemble un angle d'environ  $45^{\circ}$ . Dans la course, il touche terre seulement avec l'extrémité des doigts, le corps très incliné en avant, le cou tendu, et se soutenant par les battements très rapides de ses petites ailes courtes et concaves. Lorsqu'il nage entre deux eaux, il se tient presque horizontalement, agitant latéralement les pattes, mais ne remuant en aucune façon les ailes, qui restent serrées au corps.

Ces observations ont été faites sur des grèbes castagneux à l'état libre.

C. REPTILES. — La marche de la tortue grecque est la même que celle du cheval, comme succession de mouvements dans les pattes; mais, comme le rhinocéros, elle porte toujours à terre sur trois pattes.

D. POISSONS. — La locomotion des poissons, surtout dans ses rapports avec la vessie nataoire, a été récemment le sujet d'un travail très intéressant de Monnoyer.

Monnoyer (1) a d'abord très justement remarqué que l'équilibre d'un poisson dans l'eau ne peut être maintenu que par d'incessants efforts musculaires. Mort ou paralysé, il tourne sur le dos. La vessie nataoire ne peut être la cause de cet équilibre, car la plus grande partie est placée au dessous du centre de gravité.

Une expérience simple montre que non seulement elle ne sert pas au poisson pour le maintenir le ventre en bas, mais que souvent elle lui nuit. Si, à une tanche, on coupe toutes les nageoires paires et impaires, l'animal tourne sur le flanc, et devient incapable de s'enfoncer dans l'eau; mais si, avec un trocart enfoncé sur la ligne latérale (à une distance de l'ouverture des ouïes à peu près égale à celle qui sépare l'œil de l'extrémité du museau), on perce la vessie nataoire et qu'on en aspire l'air, la tanche tombe au fond de l'eau dans sa position normale, le ventre en bas.

Il est nécessaire d'indiquer l'espèce sur laquelle on opère, car les résultats varient avec la forme du corps. Ainsi, tandis qu'une tanche se comporte comme je viens de le dire, après l'ablation de toutes ses nageoires, une carpe est beaucoup moins gênée par la même opération, un brochet ou un cyprin doré ne paraissent guère que perdre un peu de puissance. Au contraire, selon Monnoyer, les ablettes, goujons, gardons, barbeaux et perches, lorsqu'ils ont été privés de toutes leurs nageoires, se renversent sur le dos.

Pour ce qui a rapport à la densité des poissons comparée à celle de l'eau, je dirai avec Monnoyer que certains poissons sont plus lourds, d'autres plus légers que l'eau. Le *Sparus mendola*

(1) *Recherches expérimentales sur l'équilibre et la locomotion chez les poissons.* (Ann. des Sciences natur. Zoologie, 5<sup>e</sup> série, t. VI, 1866.)

flotte, lorsqu'il est mort, dans l'eau de mer, dans le décubitus dorsal, faisant un angle d'environ  $30^\circ$  avec la surface; mais si on le plonge dans l'eau douce, il tombe immédiatement au fond.

Ce sont incontestablement les nageoires impaires, et surtout la caudale et la dorsale, qui servent à la locomotion et à l'équilibration des poissons de forme ordinaire. Une tanche privée de ces nageoires se meut beaucoup moins vite et moins adroitement, et ne se maintient en équilibre que par les mouvements incessants de ses pectorales; mais si elle possède sa caudale et sa haute dorsale, elle se tient facilement en équilibre après l'ablation de ses nageoires paires.

J'ai observé, comme Monnoyer, que chez beaucoup de poissons, et notamment chez les cyprins, le mouvement de recul direct n'est opéré que par le jeu des nageoires pectorales. Des observations de cet ordre, intéressantes pour l'histoire naturelle et la physiologie comparée, pourront être faites avec grande facilité dans les bassins de l'aquarium d'Arcachon.

E. INSECTES. — *Marche*. J'ai étudié avec quelque soin la marche du *Carabus auratus*: Les pattes étant numérotées 1, 2, 3, 1' 2' 3', on voit que jamais deux pattes du même côté ni du même numéro d'ordre ne se lèvent ensemble. Les pattes se lèvent d'arrière en avant: 3, 2, 1; 3', 2', 1'; les temps sont ceux-ci: 3 et 2'; 1'; 2 et 3'; 1.

Si on examine les rapports du centre de gravité avec les pattes, on voit que, dans le repos, il tombe dans le quadrilatère 2, 2', 3, 3', plus près de 2, 2' que de 3, 3'. Si l'animal marche, et lève par exemple 3 et 2', le centre de gravité se trouve compris dans le quadrilatère 1, 1', 2, 3'. Quand 1 se lève, il est encore compris dans le triangle 1', 2, 3'. En un mot, jamais il ne sort de la base de sustentation ni ne tend à en sortir. La marche n'est donc pas ici, comme chez les bipèdes et les quadrupèdes, une série de chutes arrêtées, dans lesquelles le centre de gravité, porté en avant, détermine le mouvement. Il y a ici simple traction et propulsion.

De plus, les articulations se mouvant dans le sens horizontal et non dans le sens vertical, le centre de gravité n'est pas, comme chez les bipèdes et quadrupèdes, alternativement élevé, puis abaissé. Sa trajectoire, en un mot, est horizontale et sensiblement

rectiligne, tandis que chez les animaux dont je viens de parler, elle décrit des oscillations à la fois dans une direction verticale et dans une direction horizontale.

Chez les agrions, la marche est très peu différente. Les pattes de chaque côté vont toujours 3, 2, 1, 3', 2', 1'; mais il n'y a ordinairement qu'une patte à la fois de levée.

La paire de pattes la plus nécessaire à la marche, chez le carabe, est la paire médiane. Enlevée, l'animal peut à peine se traîner, malgré les plus énergiques efforts. L'ablation des pattes antérieures le gêne beaucoup moins.

Il en est autrement pour d'autres insectes. Une mouche domestique, par exemple, marche assez bien privée de ses pattes médianes; elle avance et grimpe, mais elle ne peut sauter. Si on lui eût enlevé les pattes de la première paire, elle eût été incapable de grimper, et presque d'avancer, mais pouvant encore sauter très vigoureusement. Quant à l'ablation des pattes postérieures, elle laisse à l'insecte la possibilité de marcher, de grimper, de sauter. Ainsi, tirer le corps en avant, soit sur un plan vertical, soit sur un plan horizontal, est le fait des pattes antérieures; les médianes servent surtout à sauter; les postérieures soutiennent un peu l'abdomen.

*Balanciers des diptères.* J'ai constaté, après tant d'autres expérimentateurs, l'impossibilité où sont la plupart des diptères de voler après l'ablation des balanciers (celle des cuillerons n'a aucun effet). Il n'y a là nulle paralysie des ailes, l'aile du côté opéré s'agite tout aussi rapidement que celle du côté sain.

C'est la tête seule du balancier, dont l'intégrité est si intimement liée à l'acte de voler. Je me suis assuré que si, avec des ciseaux fins, on tranche par la moitié seulement la tête des deux balanciers, la mouche est extrêmement gênée dans son vol; elle ne peut s'enlever de terre, et, lancée en l'air, se soutient très peu à l'horizontale; le reste de la tête du balancier enlevé, elle tombe lourdement à terre.

J'ai conservé sous cloche, pendant plusieurs jours, et nourri des mouches privées de balanciers, pensant que peut-être elles s'accoutumeraient à cette lésion; il n'en a rien été.

Les mêmes phénomènes sont représentés par les diptères les plus différents de forme, comme les tabaniens et les tipulaires.

Cependant certains diptères (*Sapromyza*) volent encore avec quelque vigueur après l'ablation des balanciers, ce qui porte à croire qu'il n'y a là-dessous qu'une question de mécanisme. Mais je n'ai rien pu trouver qui prête à quelque explication de ces faits étranges.

Vol. Le travail si complet de Maurice Girard (1) sur le rôle des ailes dans le vol des insectes, ne me laisse presque rien à dire.

Je n'ai trouvé, comme lui, que les agrions qui puissent voler également bien avec les ailes de la paire antérieure seules ou celles de la paire postérieure; mais ils ne peuvent voler avec une aile différente de chaque côté. Chez tous les autres insectes, où l'intégrité des quatre ailes est nécessaire (ex. : Abeille vulgaire); ou bien, soit la paire antérieure (ex. : Sphinx, Xylocope, etc.), soit la paire postérieure (ex. : Panorpe), ~~elles~~ <sup>elles</sup> doivent être respectées. /u  
/g

Le seul fait intéressant que j'aie à noter ici est l'impossibilité où sont certains coléoptères de prendre leur vol, ou même de se soutenir en l'air, lorsque leurs élytres sont en partie enlevées. C'est ainsi qu'un hanneton (*Melolontha vulgaris*) ou un taupin (*Laeon murinus*), des longicornes (*Spondylis buprestoïdes*), un sténélytre (*Nacerdes melanura*), privés des deux tiers postérieurs de leurs élytres, sont complètement condamnés à la vie terrestre. Il en est de même des hémiptères du genre pentatome. Cependant, ces organes ne semblent pas prendre une part active à la locomotion aérienne, et ne jouent probablement qu'un rôle d'équilibration. Ainsi, chez la cétoine dorée, où, du reste, on peut sans inconvénient les enlever, elles restent appliquées au corps pendant le vol. Le véritable organe locomoteur, chez les coléoptères, est l'aile membraneuse; si, la dépliant complètement, on enlève avec des ciseaux la partie qui déborde les élytres, l'insecte devient incapable de voler (hanneton, etc.).

F. MOLLUSQUES CÉPHALOPODES. — Dans un travail récent, Fischer s'exprime ainsi (2) : « Je pense que l'entonnoir des seiches, s'il est utile aux mouvements, ne sert qu'à la natation rétrograde très rapide. » Il est facile de s'assurer, au contraire, que cet organe leur sert d'ordinaire pour se diriger dans tous les sens, et même

(1) *Bull. Société entomologique de France*. Janvier 1862.

(2) *Ann. des Sc. natur. zool.*, 5<sup>e</sup> série, t. VI.

en avant. Dans ce dernier cas, l'animal recourbe fortement l'ouverture de l'entonnoir en arrière et en bas. Il est ainsi, par le rejet violent de l'eau, projeté en avant et en haut : les bras allongés en pointe et la nageoire marginale régularisent le mouvement. Tout ceci est surtout facile à observer chez les seiches nouvellement écloses, qu'on peut faire aisément promener dans un vase dont le sable du fond met en évidence toutes les contractions de l'entonnoir. Au reste, la nageoire marginale peut aussi, comme l'a dit Fischer, suffire à la locomotion, soit en avant, soit en arrière.

25 juin 1867.

---

## NOTE SUR LA PRÉSENCE

dans la peau des holothuries

### D'UNE MATIÈRE INSOLUBLE DANS LA POTASSE CAUSTIQUE

ET L'ACIDE CHLORHYDRIQUE CONCENTRÉ

---

L'existence de matières plus ou moins comparables à la cellulose, insolubles dans la potasse caustique et l'acide chlorhydrique concentré, a déjà été signalée chez plusieurs animaux. Telles sont la tunicine, découverte par Schmidt (1846) dans les téguments des mollusques tuniciers, et la chitine, qui forme la partie animale des téguments des insectes et des crustacés, comme l'a montré Odier (1823). La première de ces substances est isomère de la cellulose ( $C^{12} H^{10} O^{10}$ ); la seconde contient de l'azote, et peut être représentée, dit Berthelot, par la combinaison d'un isomère de la cellulose avec un isomère de la fibrine musculaire. Cet éminent chimiste a obtenu du traitement de ces deux substances par l'acide sulfurique à froid, un sucre analogue au glucose, réduisant les réactifs cupro-potassiques, destructible par les alcalis, et fermentant au contact de la levûre de bière, avec production d'alcool et d'acide carbonique.

Je ne sache pas qu'on ait encore rien constaté de semblable chez les holoturies, dans la peau desquelles se trouve cependant une notable proportion de semblable matière, comme le prouve l'expérience suivante :

20 grammes 50 de peau desséchée d'holothurie de la Méditerranée ont été traités à plusieurs reprises par une forte solution de potasse et par l'acide chlorhydrique concentré bouillant. Il reste, après l'action de ces réactifs énergiques, 2 grammes 2 de matière insoluble, soit environ 10 0/0.

Je n'étais pas, lorsque je fis cette observation, en mesure de faire l'analyse élémentaire de la substance ainsi obtenue, et j'ai malheureusement perdu mon échantillon. Je signale le fait pour que les personnes qui peuvent se procurer aisément des holothuries (aussi rares à Arcachon qu'elles sont communes à Cannes), puissent l'approfondir davantage.

25 juin 1867.

# NOTE

SUR UN

## SIGNE CERTAIN DE LA MORT PROCHAINE CHEZ LES CHIENS

SOUMIS A UNE HÉMORRHAGIE RAPIDE

---

A l'époque où je m'occupais d'une manière suivie de la *greffe animale*, je fus conduit à faire d'assez nombreuses expériences sur la transfusion du sang, opération que je considère comme une véritable greffe des corpuscules sanguins. Je me proposais d'étudier, par ce procédé, quelques-unes des propriétés vitales de ces éléments anatomiques, les limites de résistance que ces propriétés peuvent présenter aux agents extérieurs (température, etc.), l'influence des races, des espèces, etc.

Le plan des expériences était des plus simples : saigner un animal (je n'avais en vue que les chiens) jusqu'à ce qu'il arrive à un tel point que, d'une part, sa mort fût certaine, si on l'abandonnait à lui-même, et que, d'autre part, son retour à la vie fût non moins certain, si on lui réinjectait son propre sang simplement défibriné; puis lui réinjecter du sang soumis à des traitements variés (refroidissement, échauffement, exposition à certains gaz pendant des temps divers, etc.), ou provenant d'autres animaux. Selon que le chien continuerait ou non de vivre, j'aurais la preuve que les globules sanguins auraient conservé ou non leurs propriétés dans les circonstances où les avait placés l'expérience; je dis les globules sanguins, parce qu'on sait, depuis 1821 <sup>(1)</sup>, que c'est à ces éléments seuls qu'est due l'espèce de résurrection des animaux rendus exsangues et soumis à la transfusion.

Je pris toutes les précautions nécessaires pour rendre les

(1) Prévost et Dumas, *Examen du sang*, etc (Ann. de Chimie, t. XVIII.)

conditions aussi égales que possible. La saignée était faite à l'artère carotide et avec rapidité (2 à 4 minutes), les résultats pouvant être fort différents, selon que l'hémorrhagie est lente ou soudaine. Je défibrinai par le battage et la filtration (sur un tamis fin de crin, pour éviter les fils échappés du linge, et par suite les embolies pulmonaires) le sang destiné à la transfusion. Cette pratique, en effet, a un avantage évident, et ne présente *aucun inconvénient*.

La quantité de sang réinjecté devait être sensiblement égale à celle du sang enlevé, bien que cette égalité ne soit rien moins que nécessaire au succès d'une transfusion simple, comme chacun sait; enfin, l'injection était faite par la veine jugulaire. Il va sans dire que si le sang destiné à la transfusion devait être soumis à quelque traitement de longue durée, il était nécessaire de le préparer à l'avance, et, par conséquent, de l'emprunter à quelque autre animal appartenant à la même espèce.

Mais tout d'abord une difficulté se présentait, que je pensais lever aisément en consultant les principaux auteurs parmi ceux, en si grand nombre, qui se sont occupés de la transfusion du sang (1).

A quel moment devais-je arrêter l'hémorrhagie et faire la transfusion pour être sûr, d'un côté, que mon chien allait mourir, et, d'un autre côté, qu'une transfusion simple (c'est à dire avec du sang défibriné) le sauverait? Il fallait évidemment le savoir, à peine de risquer d'attribuer, dans certains cas, à la transfusion la continuation de la vie, due simplement à une hémorrhagie insuffisante, et, dans d'autres cas, d'expliquer par la perte des propriétés des globules la mort occasionnée par une transfusion trop tardive. En vain j'interrogeai les auteurs. Nulle part je ne trouvai la caractéristique précise dont j'avais tout d'abord besoin : les uns rendaient, disaient-ils, l'animal *exsangue*; d'autres le *saignaient à blanc*, le *réduisaient à l'extrémité*, le mettaient dans un état de *faiblesse extrême*, de *mort apparente*, etc. S'ils employaient quelque expression plus précise, il s'agissait généralement de phé-

(1) Voir spécialement le Résumé des travaux sur cette question, par M. Milne-Edwards (*Leçons sur la Physiologie et de l'Anatomie comparée*, t. I, 1857), et celui de M. Oré (*Mém. de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, t. II, 1863).

nomènes ultimes, comme la cessation de la respiration, celle des battements cardiaques, etc.; mais il est certain que, dans ces conditions, la transfusion ne réussit pas *toujours*. Ces renseignements ne pouvaient donc me suffire, et je dus chercher moi-même une réponse à la question.

Lorsqu'on soumet à une hémorrhagie rapide un chien couché sur le dos, on voit survenir des troubles divers qu'ont décrits tous les auteurs : miction et défécation involontaires, convulsions, dilatation de la pupille, insensibilité finissant par gagner l'œil, abaissement de la température, de la pression cardiaque, etc., finalement arrêt de la respiration et du cœur. Notons encore un phénomène curieux, mais non constant, des contractions rythmiques du diaphragme.

Lequel de ces phénomènes doit être considéré comme le signe d'une mort prochaine et certaine, mais certainement empêchée par une transfusion faite dans les conditions énoncées ci-dessus?

Laissons d'abord les accidents ultimes : Un chien qui ne respire plus, et surtout dont le cœur ne bat plus, n'est que rarement rappelé à la vie par la transfusion ; je dois même dire que je n'en ai jamais vu revenir après l'arrêt du cœur.

Je me suis d'abord assuré qu'un chien dont la pupille n'est pas encore dilatée, et qui a conservé la sensibilité oculaire si facile à constater, ne peut pas moins être déjà fatalement condamné à mort.

Réciproquement, la dilatation de la pupille peut se manifester avant que l'hémorrhagie ait dépassé les limites mortelles. De plus, en se basant sur la sensibilité, on ne pourrait employer les anesthésiques.

D'autre part, les déjections involontaires peuvent arriver avant que la vie de l'animal soit compromise.

Enfin, les observations touchant le nombre des battements cardiaques, des mouvements respiratoires, etc., la pression sanguine, la température, ne fournissent aucun renseignement certain.

Tous ces phénomènes doivent donc être écartés.

Mais à un certain moment de l'hémorrhagie, on voit le chien contracter, par une convulsion énergique et durable, un, deux, ou même les quatre membres. S'il s'agit d'abord, comme il arrive d'ordinaire, des pattes antérieures, le chien les raidit et les tient un instant presque à la verticale; pour les pattes postérieures,

elles sont également raidies, et parfois ramenées en avant par une convulsion des psoas, jusque sur la tête. Pendant la convulsion, le cœur se ralentit beaucoup, et si l'on a introduit un manomètre dans une artère, on voit la pression sanguine diminuer.

Or, si on lie le vaisseau artériel immédiatement après la première de ces convulsions, et si on laisse l'animal à lui-même, la mort survient nécessairement. Les convulsions se répètent, plus fortes d'abord, plus faibles ensuite, et le chien cesse de respirer, de cinq à vingt-cinq minutes après l'arrêt de l'hémorrhagie. Que si, au contraire, on lui réinjecte, immédiatement après la première convulsion, du sang préparé à l'avance, on le voit toujours revenir à la vie.

Enfin, sauf dans un cas dont il sera parlé tout à l'heure, la ligature du vaisseau avant les convulsions a toujours laissé vivre l'animal.

Tels sont, au moins, les faits que j'ai observés. Ces expériences préalables ont été faites sur plus de vingt chiens. Mais je tiens à faire remarquer que je parle de chiens, de chiens couchés sur le dos, et que je n'entends nullement étendre le même criterium à d'autres espèces ou même à d'autres positions. On sait, en effet, que chez l'homme, et surtout dans la station verticale, les choses ne se passent pas ainsi, et que la syncope, la perte de connaissance, arrivent très vite. Ceci n'est point une question de physiologie générale, mais une humble question de physiologie opératoire, à l'usage à peu près exclusif des expérimentateurs.

Je dois dire, cependant, que, dans un cas, un de mes chiens est mort sans avoir présenté les grandes convulsions dont je viens de parler. Il pourra donc arriver, quand on voudra faire l'expérience, qu'on tue le chien sans en avoir été averti; mais cela n'arrivera que rarement, et n'a pas grande importance au point de vue qui nous occupe.

Ces convulsions sont dues à une excitation de la moelle; elles se présentent, en effet, même chez les animaux chloroformés jusqu'à insensibilité complète (1). On ne peut attribuer cette excitation à l'action du sang chargé d'acide carbonique, comme on l'a fait pour les convulsions de l'asphyxie; elle est plutôt due à la diminution de la pression sanguine dans les centres nerveux, et à un

(1) Voir, page 11, ma *Note sur l'action des anesthésiques*.

changement brusque dans l'équilibre de nutrition de ces centres, par suite de l'anémie. Nous avons vu que la moelle allongée est aussi excitée, puisque le cœur se ralentit à chaque convulsion.

M. Piorry <sup>(1)</sup> avait annoncé, il y a longtemps, qu'on peut, chez les chiens, enlever en un seule saignée  $\frac{1}{20}$  du poids du corps, mais que la mort survient si on dépasse un peu cette limite. J'ai, sur un certain nombre de mes chiens, pesé la quantité de sang enlevé. Voici les résultats obtenus :

*Chiens dont l'hémorrhagie a été arrêtée après la première convulsion, et qui sont tous morts.*

N° 1.	Poids du chien : 8 kil.	Sang enlevé : 445 gr.	Rapport : $\frac{1}{17,97}$
N° 2.	— 10 <sup>k</sup> 3	— 620 gr.	— $\frac{1}{16,6}$
N° 3.	— 17 <sup>k</sup> 5	— 1,000 gr.	— $\frac{1}{17,5}$
N° 4.	— 10 <sup>k</sup> 62	— 620 gr.	— $\frac{1}{17}$
N° 5.	— 8 <sup>k</sup> 66	— 460 gr.	— $\frac{1}{18,6}$
N° 6.	— 8 <sup>k</sup> 35	— 425 gr.	— $\frac{1}{18,5}$
N° 7.	— 9 <sup>k</sup> 58	— 480 gr.	— $\frac{1}{19,7}$

Chez un chien, où on s'est arrêté au moment de la dilatation pupillaire, et qui a survécu, le rapport était  $\frac{1}{22}$ .

Les n<sup>os</sup> 1 et 2 étaient à jeun ; le n<sup>o</sup> 7 était à jeun depuis deux jours. Les n<sup>os</sup> 3, 4, 5, 6 avaient mangé le matin ; le n<sup>o</sup> 6 avait même le sang chyleux.

Ces chiffres concordent, on le voit, avec ceux de M. Piorry. Je n'ai pas cru cependant devoir chercher, dans cet ordre de phénomènes, le criterium dont j'avais besoin, et cela à cause des grandes variations dans la quantité de sang que contient un animal, suivant qu'il est gras ou maigre, malade ou bien portant.

Voici une expérience qui montre à quels écarts on peut arriver :

8 juillet 1864. — Une chienne très grasse, à jeun de la veille, est saignée par la carotide. On s'arrête aux grandes convulsions, et on réinjecte 250 centigrammes du sang qui vient d'être tiré sans le défibriner : l'animal revient parfaitement à lui. Le 8, en digestion,

<sup>(1)</sup> Note sur les émissions sanguines. (Archives générales de Médecine, 1826.)

on lui enlève 320 grammes; convulsions, arrêt de l'hémorrhagie, mort en 20 minutes. La chienne pèse 9,920; a un petit dans l'utérus.

$$\text{Rapport : } \frac{320}{9920} = \frac{1}{31} .$$

On pourrait donc, en prenant comme base la quantité relative du sang perdu, être singulièrement induit en erreur. D'ailleurs, il me paraissait bien préférable, dans une question de physiologie, d'adopter pour criterium un phénomène purement physiologique, et je me suis arrêté à cette proposition :

Toutes les fois que, chez un chien couché sur le dos, l'hémorrhagie artérielle rapide a été poussée assez loin pour exciter le centre nerveux spinal jusqu'à production de grandes convulsions, en vain lie-t-on le vaisseau, l'animal est d'ores et déjà condamné à mort, et périt dans un temps variable; mais, dans ces conditions, la transfusion immédiate de sang simplement défibriné, en quantité égale à celle qu'on lui a enlevée, le sauve constamment d'une mort certaine et prochaine.

C'est donc en se basant sur cette caractéristique qu'il sera possible d'entreprendre les expériences que j'avais en vue, et dont je n'ai pu exécuter qu'un petit nombre.

Il serait très intéressant d'avoir, sur la mort par hémorrhagie chez l'homme, des renseignements analogues; on éviterait ainsi de glorifier la transfusion du sang, comme on l'a fait tant de fois, de guérisons dans lesquelles elle n'a eu tout au plus qu'une part adjuvante. Cependant, la pratique peut se passer à la rigueur de ces renseignements d'intérêt surtout scientifique.

Toutes les fois, en effet, qu'un homme, soumis à une cause d'hémorrhagie, présentera des symptômes sérieusement alarmants, ou que le médecin considérera comme tels, il sera rigoureusement du devoir de celui-ci de proposer la transfusion du sang, et d'insister sur son exécution. Pour cela, les médecins de campagne ne doivent pas craindre de voir compliquer leur trousse; en effet, aucun instrument spécial n'est nécessaire : une seringue à injections pour hydrocèle, dont le piston tiennent bien, suffit parfaitement.

Le sang pourra être emprunté à plusieurs individus, et sa quantité ne pas dépasser le tiers de celle qui a été perdue.

Il sera prudent de le défibriner avec soin, par le battage et la

filtration au tamis de crin très fin, sans s'inquiéter du refroidissement.

La crainte de l'introduction de l'air dans les veines, dans les limites de quantité, où cela est à la rigueur possible (même pour un opérateur maladroit), ne saurait être un objet de crainte pour nul médecin instruit.

Enfin, et c'est là la meilleure des raisons, on chercherait en vain un cas de transfusion du sang chez l'homme, fait avec quelque prudence, dans lequel des accidents sérieux aient pu être attribués à l'opération, tandis que, en laissant de côté des exagérations qui ont fait plus de tort que de bien à cette utile pratique, il serait facile de citer bon nombre de cas où elle a sauvé les malades d'une mort certaine. Au reste, ceci n'est plus, depuis bien des années, en discussion parmi les physiologistes.

25 juin 1867.



# NOTE

SUR

## QUELQUES POINTS DE LA PHYSIOLOGIE DE LA LAMPROIE

(*Petromyzon marinus* Linn.)

---

A. *Respiration*. — L'inspiration et l'expiration se font par les trous branchiaux, que l'animal soit fixé ou non. Dans ce dernier cas, il ne fait que très rarement arriver ou sortir l'eau par la bouche; mais ce mode de respiration lui est possible.

Tous les mouvements respiratoires sont simultanés pour les quatorze orifices.

Il y a communication régulière entre les orifices des deux côtés; un objet de petites dimensions introduit par un orifice ressort le plus souvent du côté opposé.

Au repos, la ventouse étant fixée, le nombre des inspirations est d'environ 70 par minute; en excitant l'animal sans qu'il se détache, on obtient jusqu'à 100 inspirations; l'animal étant détaché et s'agitant énergiquement, donne jusqu'à 120 inspirations.

B. *Tube nasal*. — A chaque inspiration, le tube nasal se remplit; il se vide à chaque expiration, lançant l'eau à 5 centimètres environ.

On pourrait croire, au premier abord, qu'il existe une communication entre ce tube et l'appareil branchial, tant ses mouvements sont dépendants des mouvements de celui-ci; mais il est facile de s'assurer qu'il n'en est rien, en mettant soit l'orifice du tube, soit ceux des branchies hors de l'eau.

C. *Digestion des matières grasses*. — La lamproie sur laquelle j'ai fait mes expériences était à jeun depuis huit jours. J'injecte dans l'estomac, à l'aide d'une sonde en gomme, environ 30 centimètres cubes d'oléine. Le lendemain, après 24 heures, je trouve

dans tout l'intestin, à partir du foie, un grand nombre de globulins gras, très fins (environ 0<sup>m</sup>001 à 0,002). Ils sont très rares auprès de l'anus. Leur ensemble n'est pas visible à l'œil nu.

Il est bon de rappeler que les lamproies ne possèdent ni pancréas ni appendices pyloriques.

D. *Circulation.* — En outre des veines jugulaires, on voit déboucher en avant, dans le cœur, deux petites veines; la plus considérable provient de l'appareil hyoïdien. Elle présente, avant d'entrer dans le cartilage péricardiaque, un renflement trabéculaire à pulsations rythmiques. Ni l'aorte, ni aucune des veines du corps ne m'a présenté de pulsations, pas plus les veines cardinales que les veines sus-hépatiques. On sait que J. Müller en avait constaté dans ces dernières, chez les myxines.

Le sac cartilagineux péricardiaque ne contient aucun liquide.

Les sinus sanguins situés sous les veines cardinales ne possèdent pas d'épithélium. Il sont constitués par une trame de tissu conjonctif avec fibres élastiques, revêtus d'une couche hyaline.

L'animal étant immobilisé par le curare, comme il va être dit, je l'ouvre sur le flanc : les grands sinus sous-cardinaux sont flasques; graduellement ils se remplissent de sang; ce sang vient du côté du cœur. Une ligature, placée sur la veine qui fait communiquer le système rénal avec le système hépatique (arc hépatonéphrétique de Gratiolet), montre que le sang (l'expérience dure environ une heure) va du rein au foie.

E. *Empoisonnement par le curare.* — A 3 heures 21 minutes, j'injecte sur la peau de la queue 1 centigramme d'eau contenant 5 milligrammes de curare venant de chez Ménier, et que je dois à M. le docteur Sentex.

A 3 heures 23 minutes, agitation.

A 3 heures 25 minutes, *cessation définitive de tout mouvement respiratoire.* Agitation modérée jusqu'à 3 heures 45 minutes; l'animal se fixe à plusieurs reprises, mais pendant peu de temps.

A 4 heures, la lamproie est clouée sur la table à expérience; elle est très sensible et se meut avec une certaine énergie. Jusqu'à 6 heures, il y a encore des mouvements spontanés et réflexes. Vers cette heure, le poisson fait alternativement de chaque côté des mouvements respiratoires incomplets. A ce moment, le cœur est enlevé depuis cinq minutes environ.

Le fait intéressant est la suppression presque immédiate des mouvements respiratoires, alors que les mouvements généraux ont persisté, bien qu'affaiblis. Les nerfs pneumogastriques sont donc ici les premiers atteints. Or, le contraire a été signalé d'ordinaire chez les poissons, et notamment chez la torpille (Moreau) et la raie (Ch. Robin).

25 juin 1867.

